

Структурно-функциональная организация дыхательной системы. Этапы дыхания.

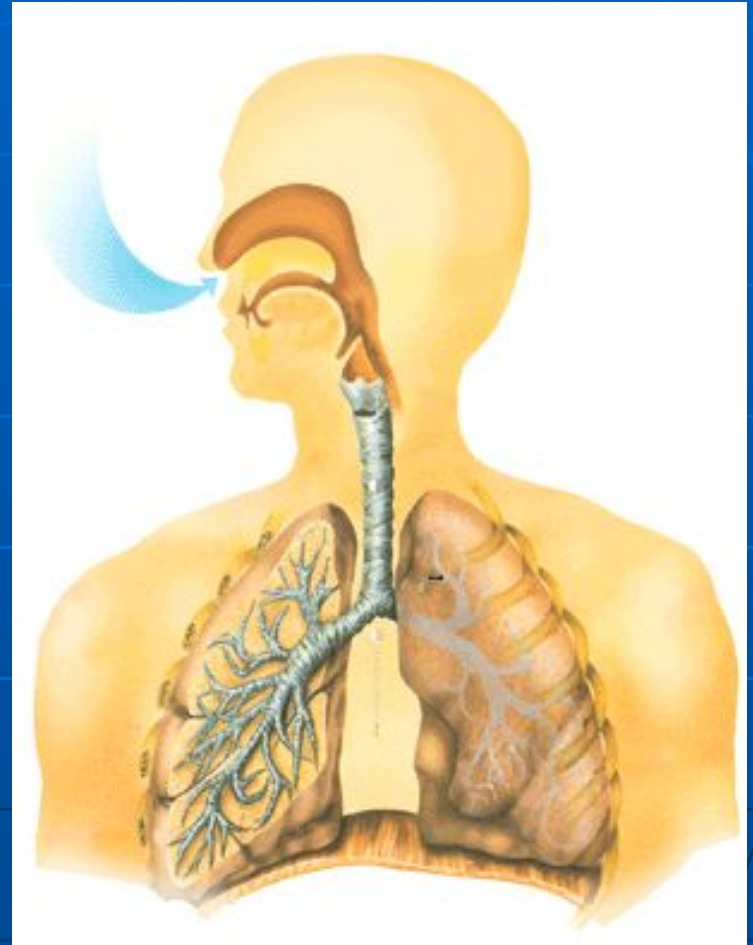
Регуляция дыхания.

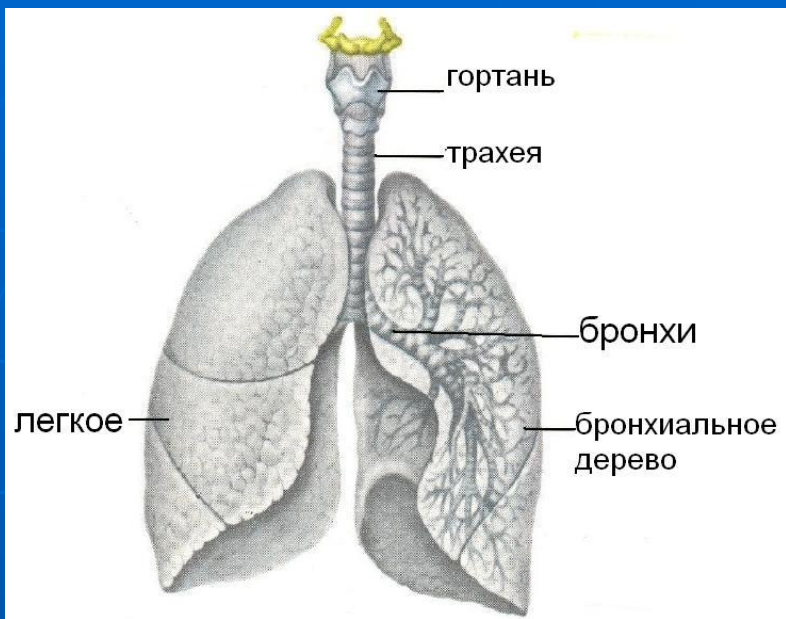
План лекции

1. Дыхание, его значение.
2. Этапы дыхания.
3. Дыхательная система.
4. Биомеханика дыхательных движений.
5. Легочные объемы и емкости.
6. Транспорт газов кровью.
7. Обмен газов в легких и тканях.
8. Регуляция дыхания
 - а) дыхательный центр, его локализация
 - б) тонус дыхательного центра
 - в) рефлекторная саморегуляция дыхания, механизмы смены дыхательных фаз

Лекция разработана и составлена
доцентом Росляковой Е.М.

Дыхание – это совокупность процессов доставки кислорода к органам и тканям, его использования клетками в окислительных процессах, а так же выведения из организма углекислого газа.





Дыхательная система включает:

1. Воздухоносные пути.
2. Легкие.
3. Дыхательные мышцы.
4. Дыхательные нервы.
5. Дыхательные центры (ЦНС).



Морфо-функциональной
единицей легких является
ацинус.

Этапы дыхания

Дыхание состоит из 5 этапов:

- 1. Внешнее дыхание** – вентиляция легких, транспорт газов атмосферного воздуха в альвеолы легких и из легких в окружающую среду.
- 2. Газообмен в легких** – обмен газов между альвеолярным воздухом и кровью.
- 3. Транспорт газов кровью** – перенос кровью кислорода от легких к тканям и углекислого газа от тканей к легким.
- 4. Газообмен в тканях** – диффузия кислорода из крови капилляров в ткани и углекислого газа из тканей в кровь.
- 5. Тканевое дыхание** – окислительно-восстановительные процессы в клетках.

Биомеханика дыхательных движений

Внешнее дыхание осуществляется благодаря изменениям объема грудной полости. Легкие пассивно следуют за ними расширяясь при вдохе (инспирация) и сходясь при выдохе (экспирация).

Основные инспираторные мышцы:

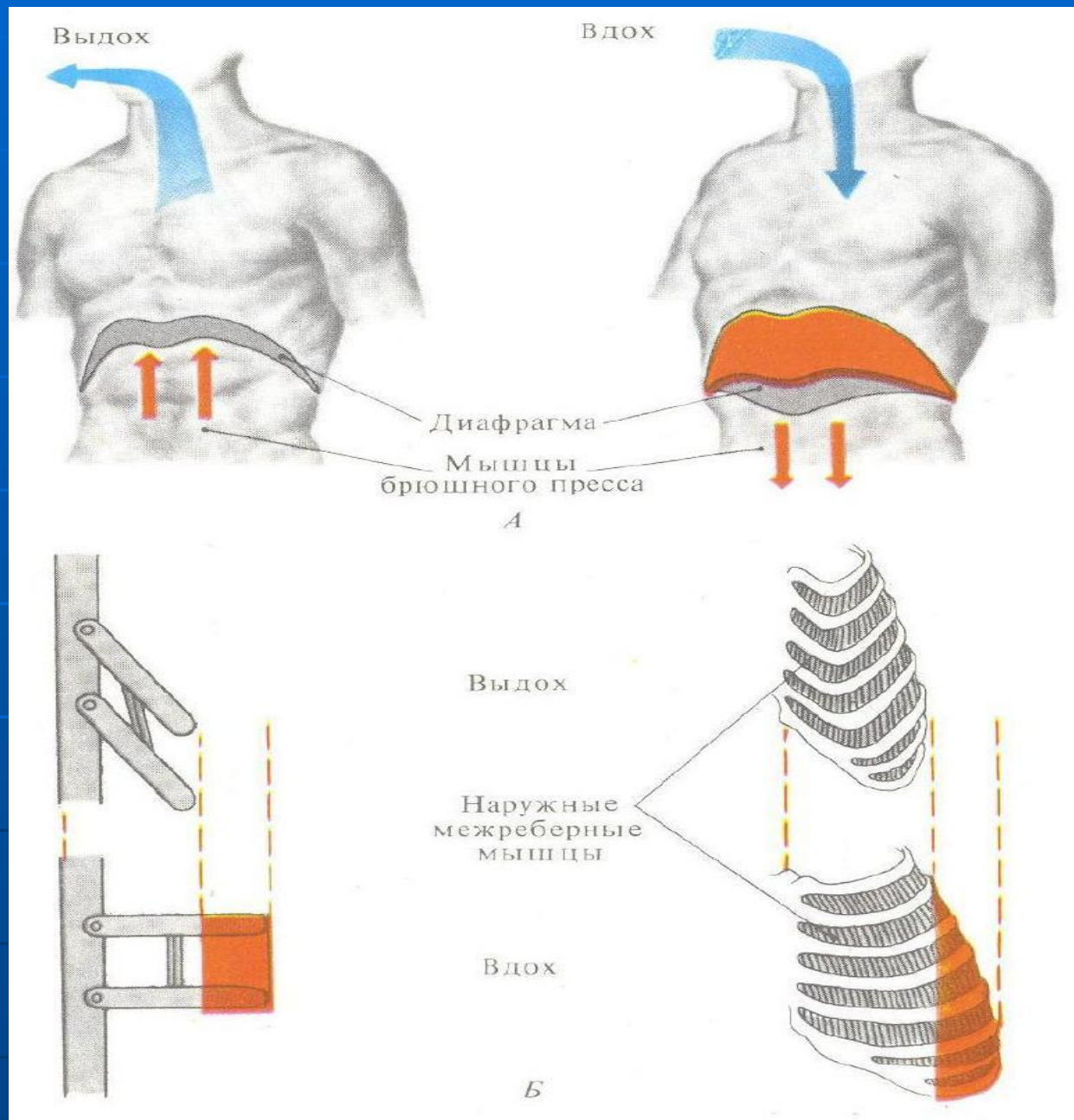
1. Диафрагма.
2. Наружные межреберные.
3. Межхрящевые.

Вспомогательные:

1. Лестничные.
2. Грудноключично-сосцевидные.
3. Трапецевидные.
4. Большая и малая грудные.

В результате
сокращения
основных
инспираторных
мышц объем
грудной полости
увеличивается во
фронтальном
сагитальном и
вертикальном
направлениях.

Вдох – активный
процесс.



Выдох при спокойном дыхании происходит **пассивно**, расслабляются инспираторные мышцы, объем грудной клетки уменьшается.

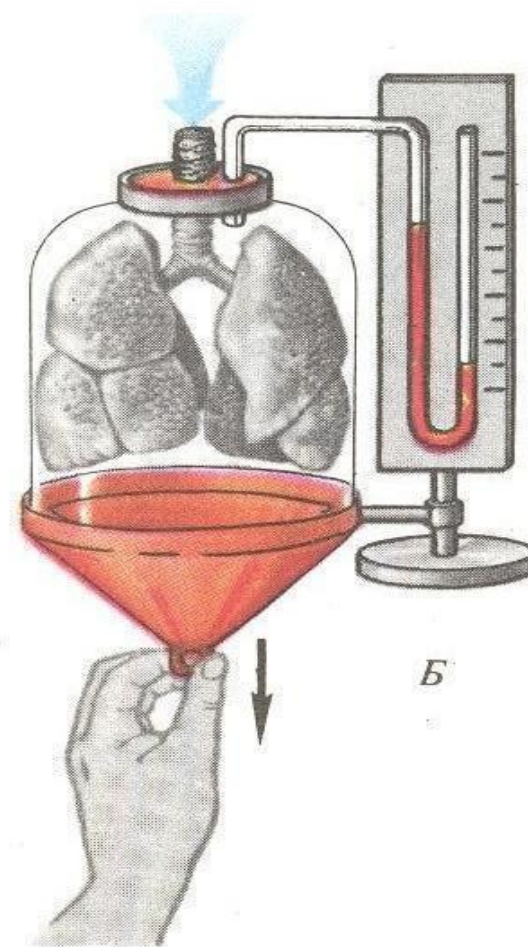
При активном выдохе участвуют
экспираторные мышцы:

1. Абдоминальные (внутренняя и наружная косые, прямая и поперечная мышцы живота).
2. Внутренние межреберные.

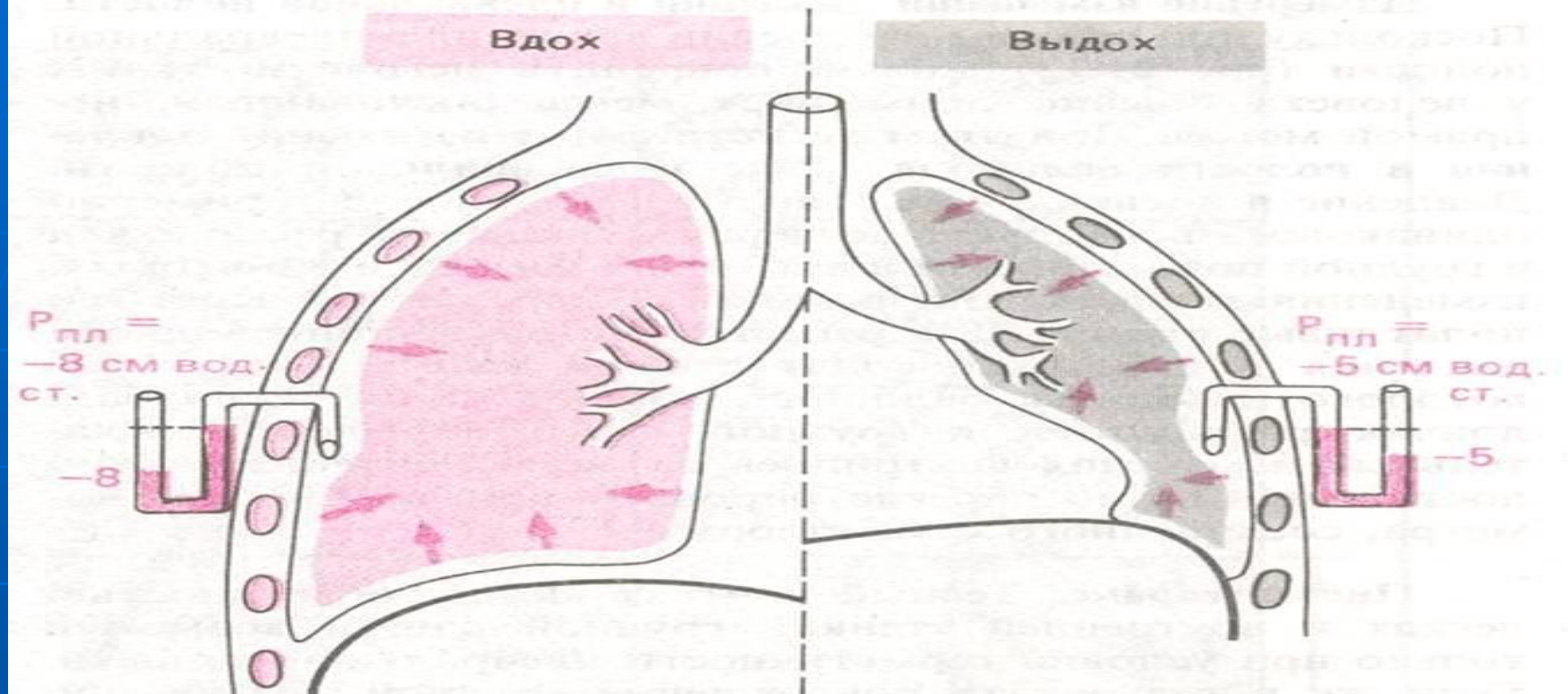
Легкие пассивно участвуют в акте вдоха и выдоха, это демонстрируется физико-физиологической моделью Дондерса.



А



Б



Легкие покрыты плеврой, между висцеральным и париетальным листками плевры имеется щель, давление в которой отрицательное.

При спокойном вдохе: -6 мм рт.ст

При глубоком : -20 мм рт.ст.

При спокойном выдохе: -3 мм рт.ст.

При глубоком выдохе: приближается к 0 мм. рт. ст.

Отрицательное давление в плевральной щели зависит от эластической тяги легких.

Эластическая тяга легких – это сила с которой легкие стремятся уменьшить свой объем.

Эластическая тяга легких обусловлена

- n Поверхностным натяжением пленки жидкости (сурфактанта), покрывающей поверхность альвеол.
- n Наличия в стенках альвеол эластических и коллагеновых волокон.
- n Тонусом бронхиальных мышц.

Если в плевральную щель попадает воздух развивается **пневмоторакс** и легкие спадаются.

Легочные объемы и емкости

Дыхательный объем (ДО) – 0,4 – 0,5 л.

Резервный объем вдоха – 1,5 – 2,5 л.

Резервный объем выдоха – 1,2 – 1,5 – 2 л.

ЖЕЛ – 3,5 – 5 л (ЖЕЛ зависит от пола, возраста, роста)

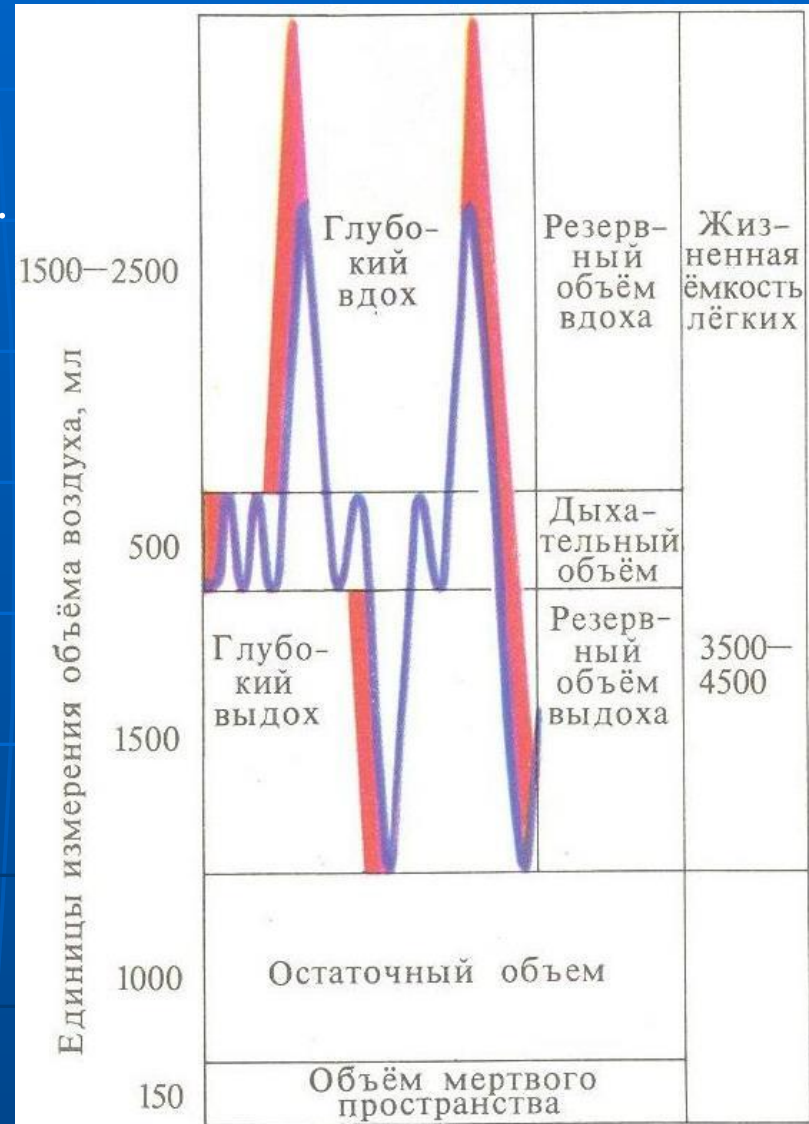
Остаточный объем – 1 л.

Емкость вдоха – ДО + резервный объем вдоха.

Функциональная остаточная емкость (ФОЕ) = резервный объем выдоха + остаточный объем

ОЕЛ = ЖЕЛ + ОО = 4,5 – 6 л

МОД = 6 – 8 л.



2 этап -Газообмен в легких и тканях

Атмосферный воздух – это смесь газов: O_2 , CO_2 , N_2

Альвеолярный воздух, это газовая смесь заполняющая альвеолы, она является внутренней газовой средой организма.

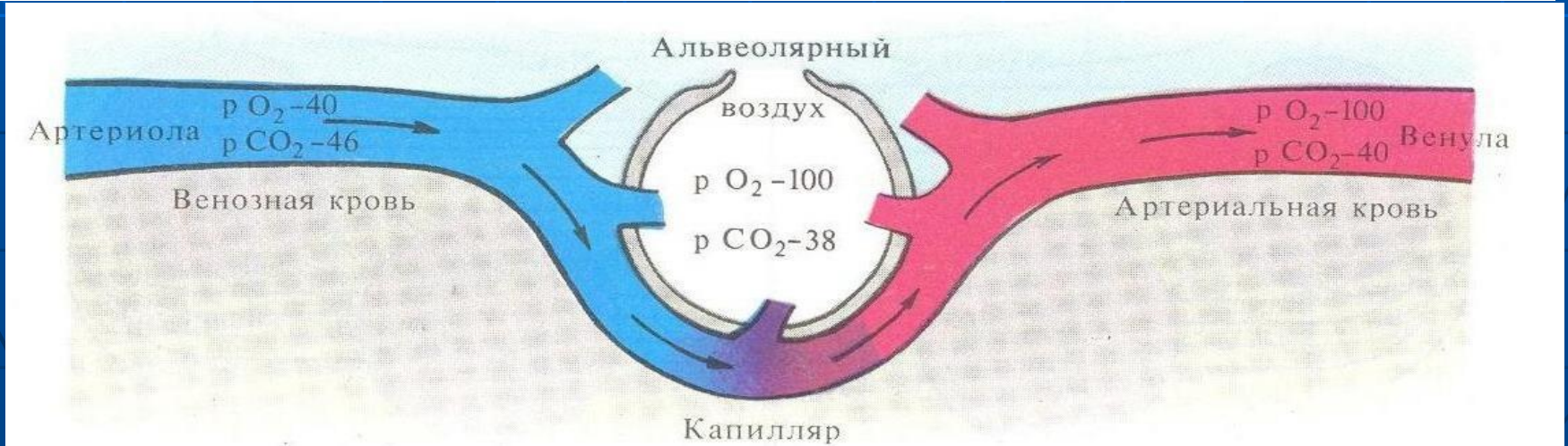
Выдыхаемый воздух – это смесь атмосферного и альвеолярного воздуха.

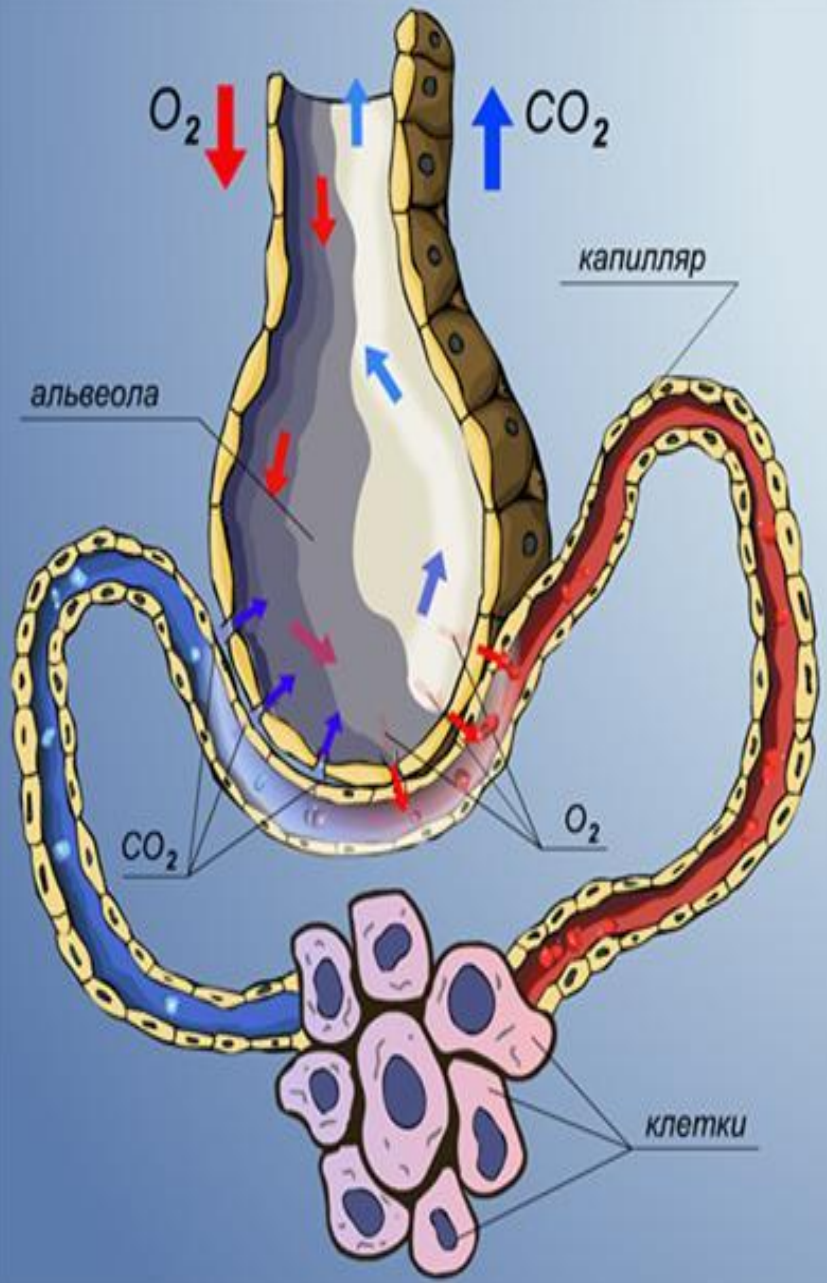
	Состав воздуха		
	O_2	CO_2	N_2
Атмосферного	20,93%	0.03%	79.04%
Выдыхаемого	16-16.5%	3.5-4%	79.5%
Альвеолярного	14-14,5%	5,5-6%	80,5%

Газообмен в легких осуществляется путем диффузии газов в результате разности парциального давления этих газов в альвеолярном воздухе и их напряжением в крови.

Парциальное давление и напряжение газов (мм рт.ст.)

Газы	Альвеол. воздух	Венозная кровь	Артериальная кровь	Межтканевая жидкость
O ₂	100-110	→ 40	~100	→ 20-40
CO ₂	40	← 46	40	← 60





Транспорт газов кровью

Газы транспортируются кровью

в виде:

1. Физического растворения.
2. Химических соединений.

Транспорт кислорода кровью

В состоянии физического растворения транспортируется $\sim 1\%$ кислорода.

Основная часть O_2 транспортируется в виде соединения с Hb эритроцитов.

1г Hb может связать 1,34-1,36 мл O_2

КИСЛОРОД

В плазме

1% — O_2
(раствор)

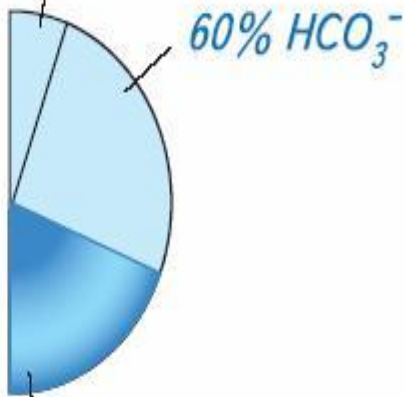


В эритроцитах
98% — HbO_2

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ

В плазме

10% — CO_2
(раствор)

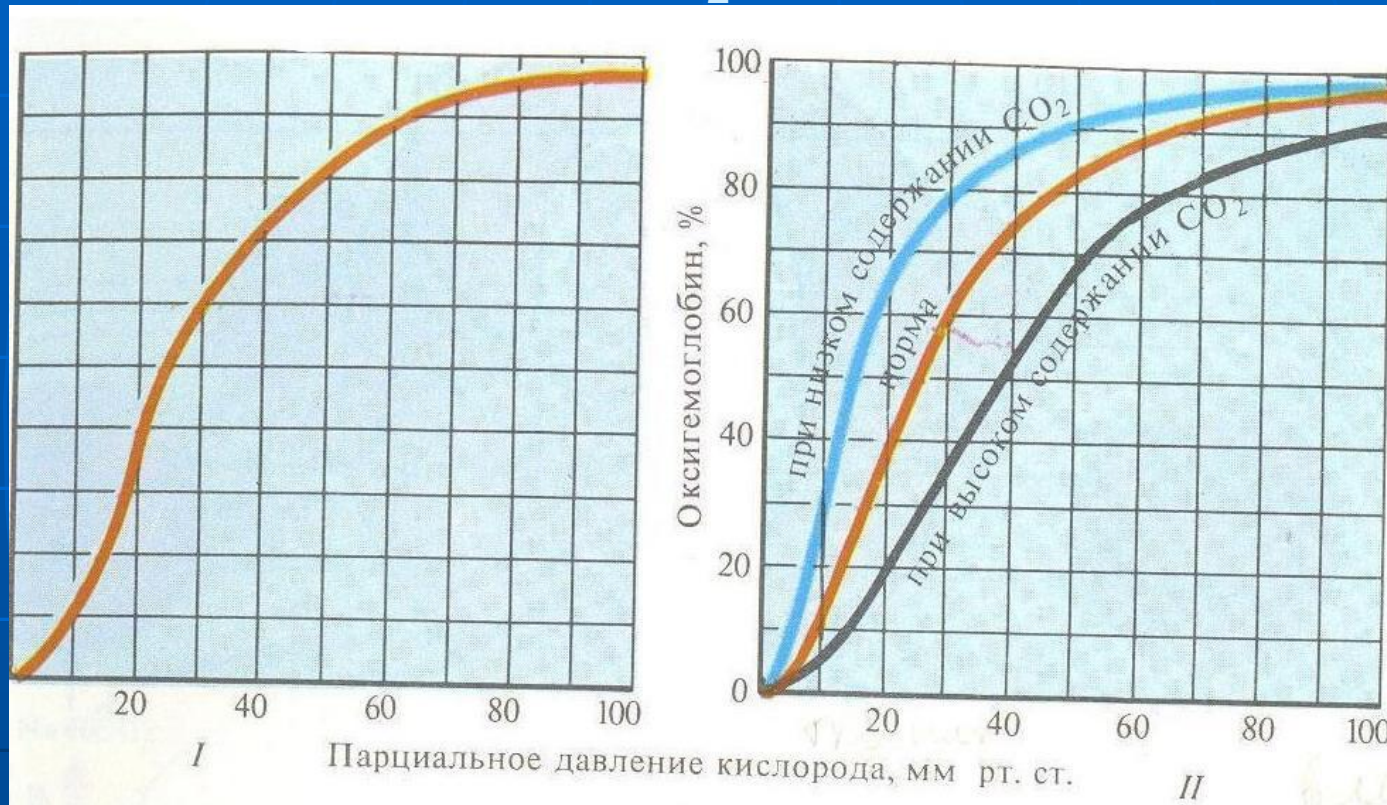


В эритроцитах
30% — $HbCO_2$

Основная часть кислорода находится в крови в виде соединения с гемоглобином (HbO_2) и совсем немного растворено в плазме.

Углекислый газ переносится в основном плазмой - в виде ионов HCO_3^- - и растворенного CO_2 , в меньшей степени, эритроцитами - в соединении с гемоглобином ($HbCO_2$).

Преобразование Hb в оксигемоглобин определяется напряжением растворенного кислорода и выражается кривой диссоциации HbO_2 , изучал Баркфот



Кислородная емкость крови (КЕК) максимальное количество O_2 которое может быть связано 100 мл крови равняется 18-20 мл или 180-200 мл/л.

Транспорт CO_2 кровью

В растворенном состоянии транспортируется 2,5-3 об%.

В виде солей угольной кислоты 48-51 об%.

В виде карбгемоглобина – 4-5 об%.

Ионы HCO_3^- – в плазме образуют бикарбонаты NaHCO_3 – NaHCO_3 в эритроцитах KHCO_3 .

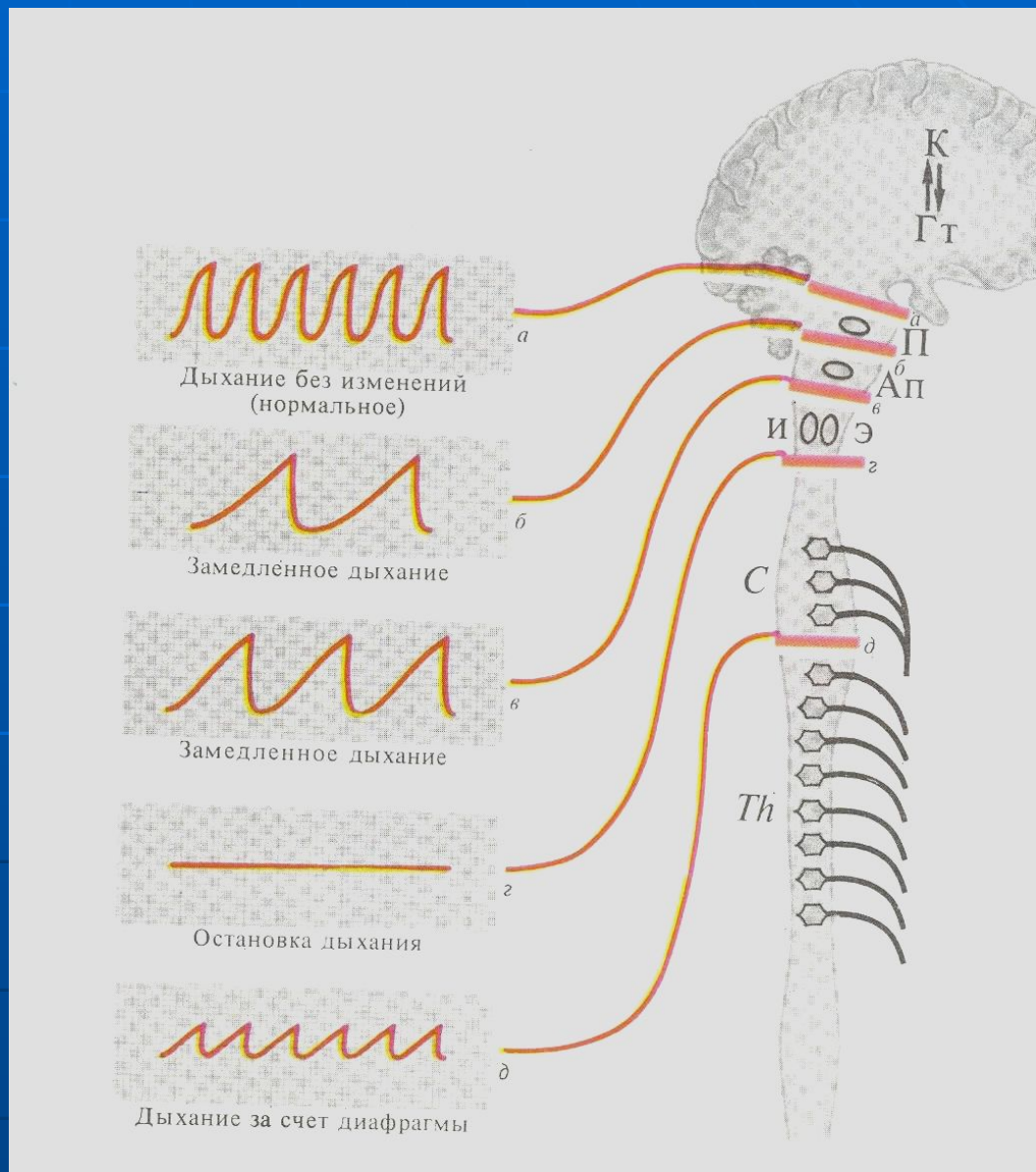
Важная роль в механизмах транспорта CO_2 принадлежит карбоангидразе эритроцитов, которая расщепляет угольную кислоту на CO_2 и H_2O , CO_2 переходит в альвеолярный воздух

Регуляция дыхания

Регуляция дыхания обеспечивается рефлекторными и гуморальными механизмами.

Локализацию дыхательного центра изучали в 1812 Легалуа, позднее Флуренс, в 1885 г Миславский.

Методом перерезок и раздражения они доказали, что дыхательный центр располагается в продолговатом мозге.



Современные представления о дыхательном центре сложились в последние годы.

Дыхательный центр – это совокупность нервных образований, заложенных в различных отделах ЦНС, созвездие нервных центров. Рабочим центром является бульбарный.

1. Продолговатый мозг – дыхательные инспираторные и экспираторные нейроны, которые располагаются в дорсальных и вентральных ядрах, центр обладает автоматией.

2. Варолиев мост - пневмотаксический и апнейстический центры.

Пневмотаксический центр участвует в переключении фаз дыхательного цикла. При выключении этого центра дыхание замедляется.

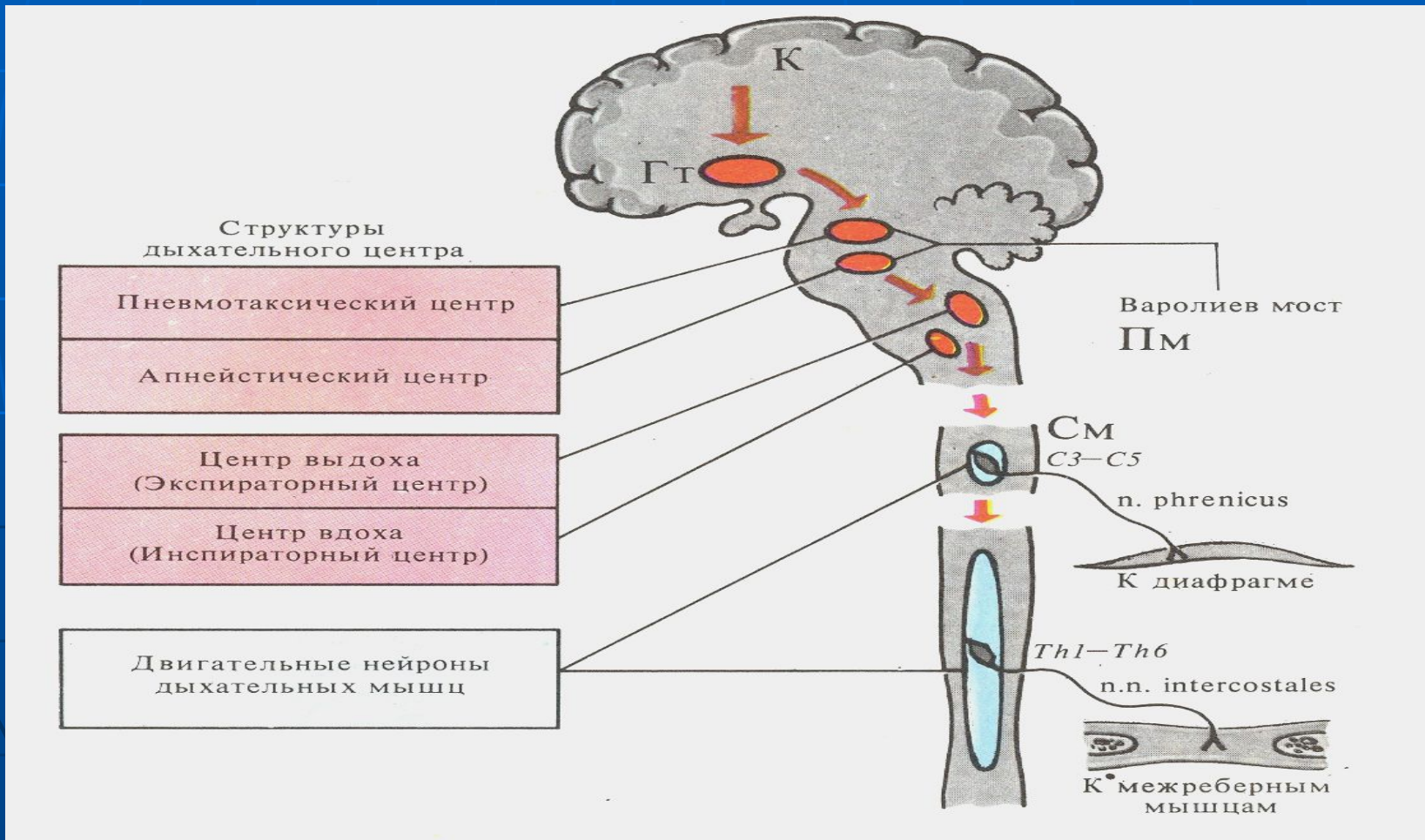
Апнейстический центр – считают, что он регулирует обмен веществ и тонус в бульбарном центре.

Гипоталамическая область так же принимает участие в регуляции дыхания.

Кора головного мозга – обеспечивает приспособление дыхания к меняющимся условиям среды.

3. Спинальные центры

- В шейном отделе – ядра диафрагмального нерва.
- В грудном – ядра межреберных мышц.



Тонус дыхательного центра поддерживается рефлекторно и гуморально

Афферентные импульсы ДЦ получает от механорецепторов легких, дыхательных путей и дыхательных мышц.

Гуморальным регулятором ДЦ является сигнализация о газовом составе внутренней среды от хеморецепторов

1. Центральных (бульбарных)
2. Периферических

Центральные (бульбарные) хеморецепторы чувствительны к

1. концентрации H^+
2. напряжению CO_2

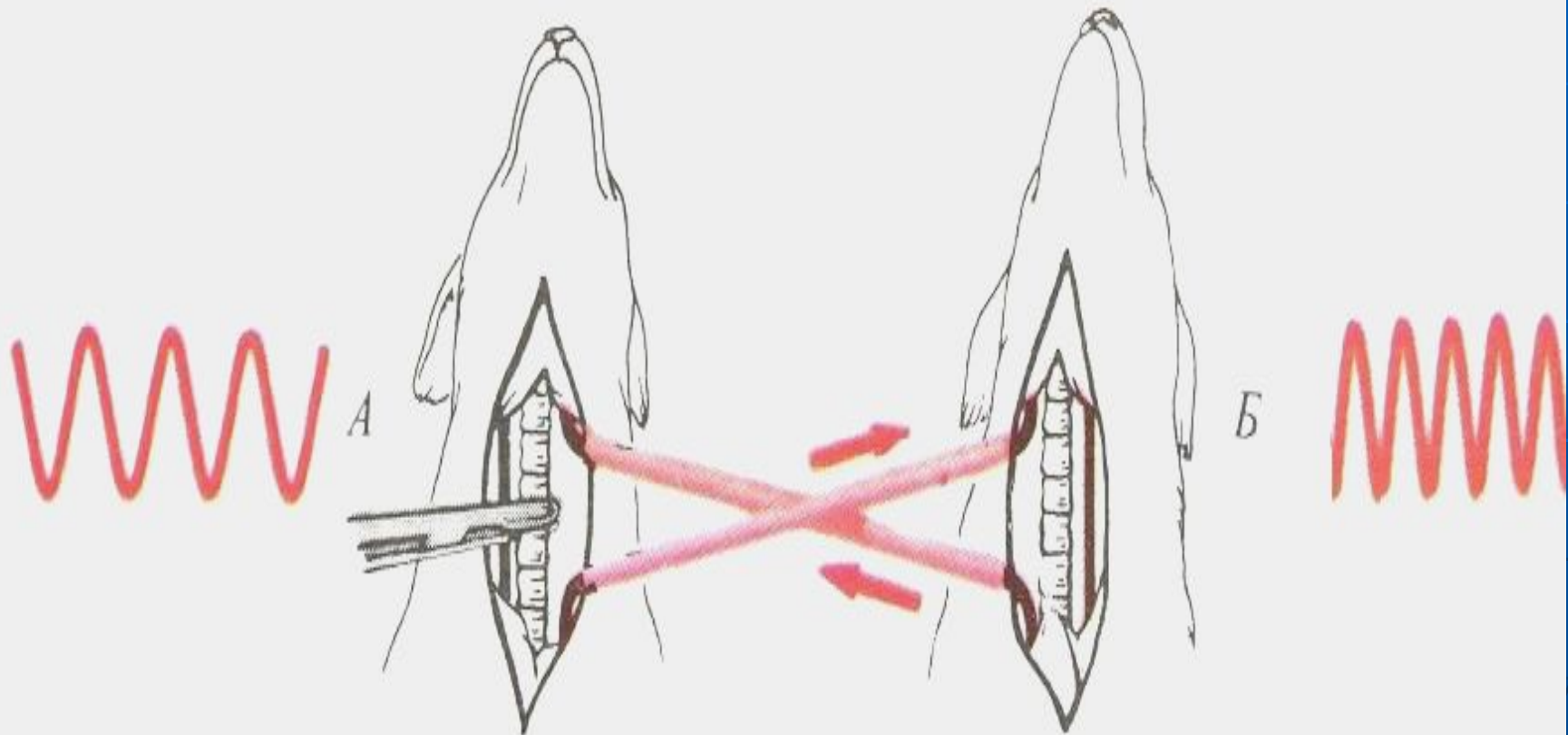
во внеклеточной жидкости мозга.

Периферические хеморецепторы

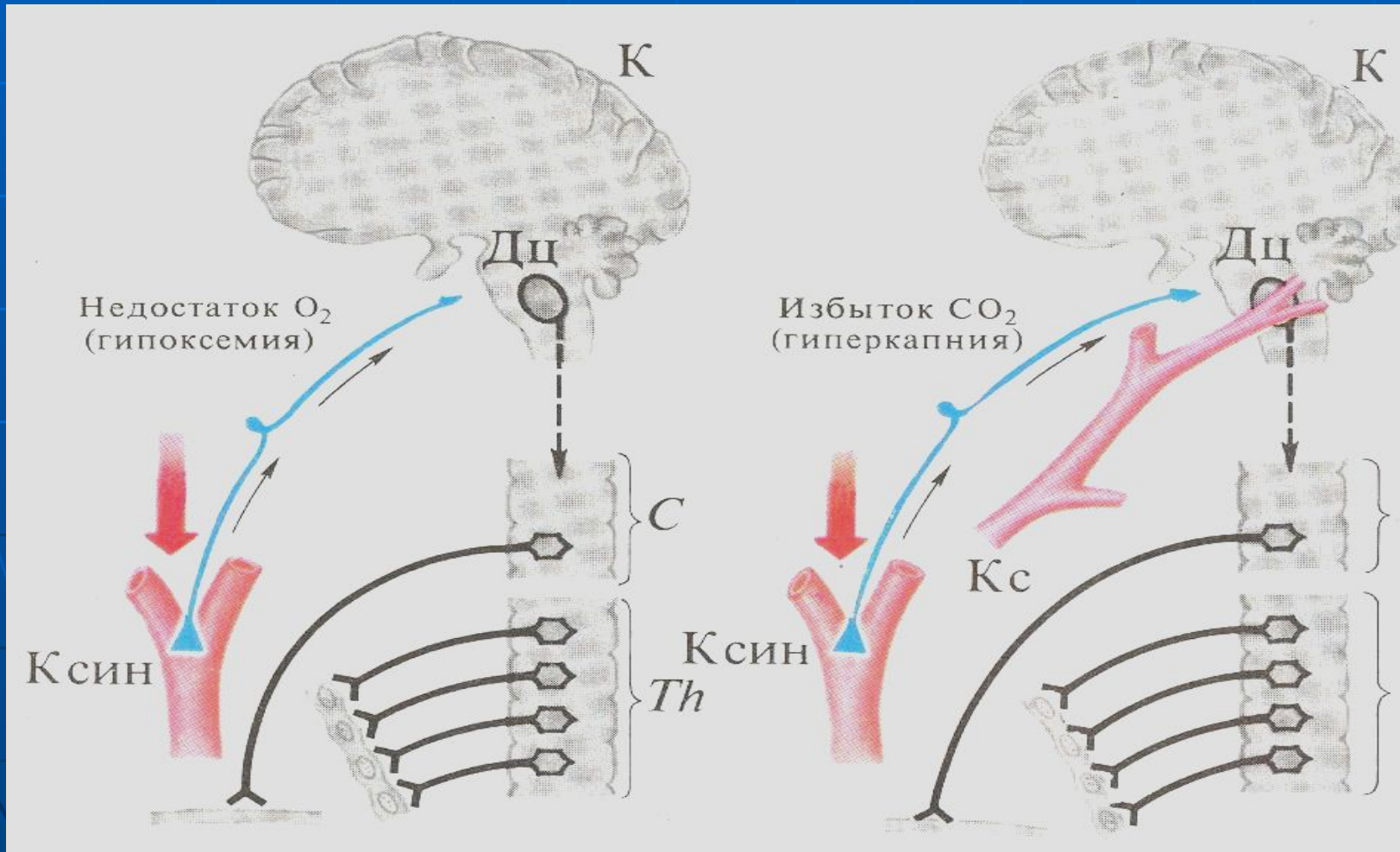
располагаются в сосудах, реагирующее на изменения газового состава крови

1. Снижение напряжения O_2 .
2. Повышение напряжения CO_2 .
3. Увеличение концентрации ионов H^+ (ацидоз)

Впервые роль CO_2 в регуляции дыхания доказал Фредерик в 1890 г.



Импульсы от хеморецепторов по синусному нерву идут к дорсальному ядру возбуждая инспираторные нейроны.



Рефлекторная саморегуляция дыхания.

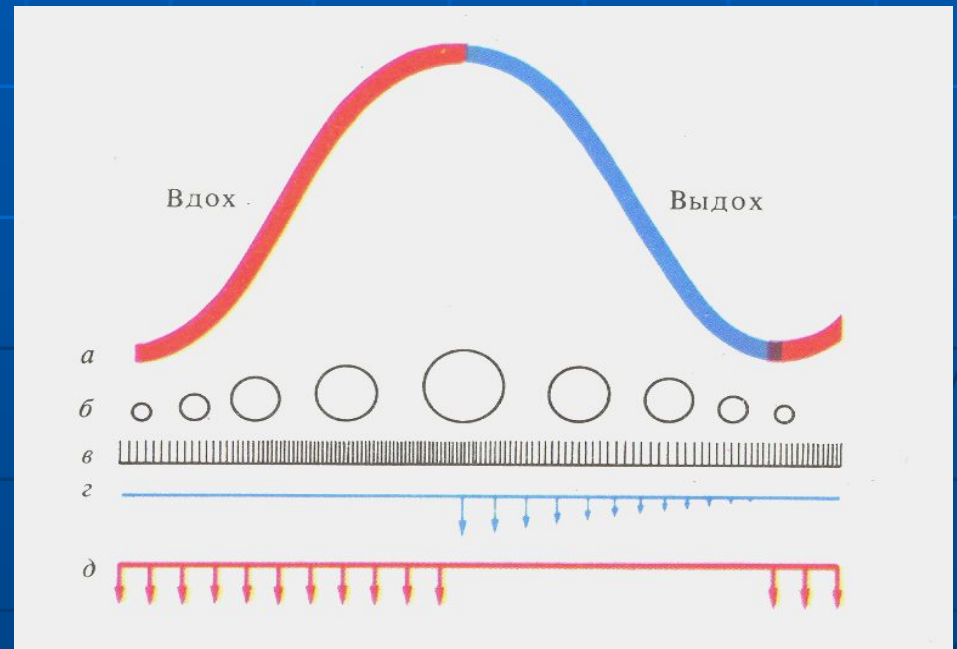
В 1866 г. Геринг и Брейер у собаки перерезали в области шеи все ткани, сохранив спинной мозг и п. Vagus, затем сделали двухсторонний пневмоторакс, грудная клетка делала вдох, раздували легкие – выдох.

После перерезки блуждающего нерва рефлекс исчезал, дыхание становилась медленным и глубоким.

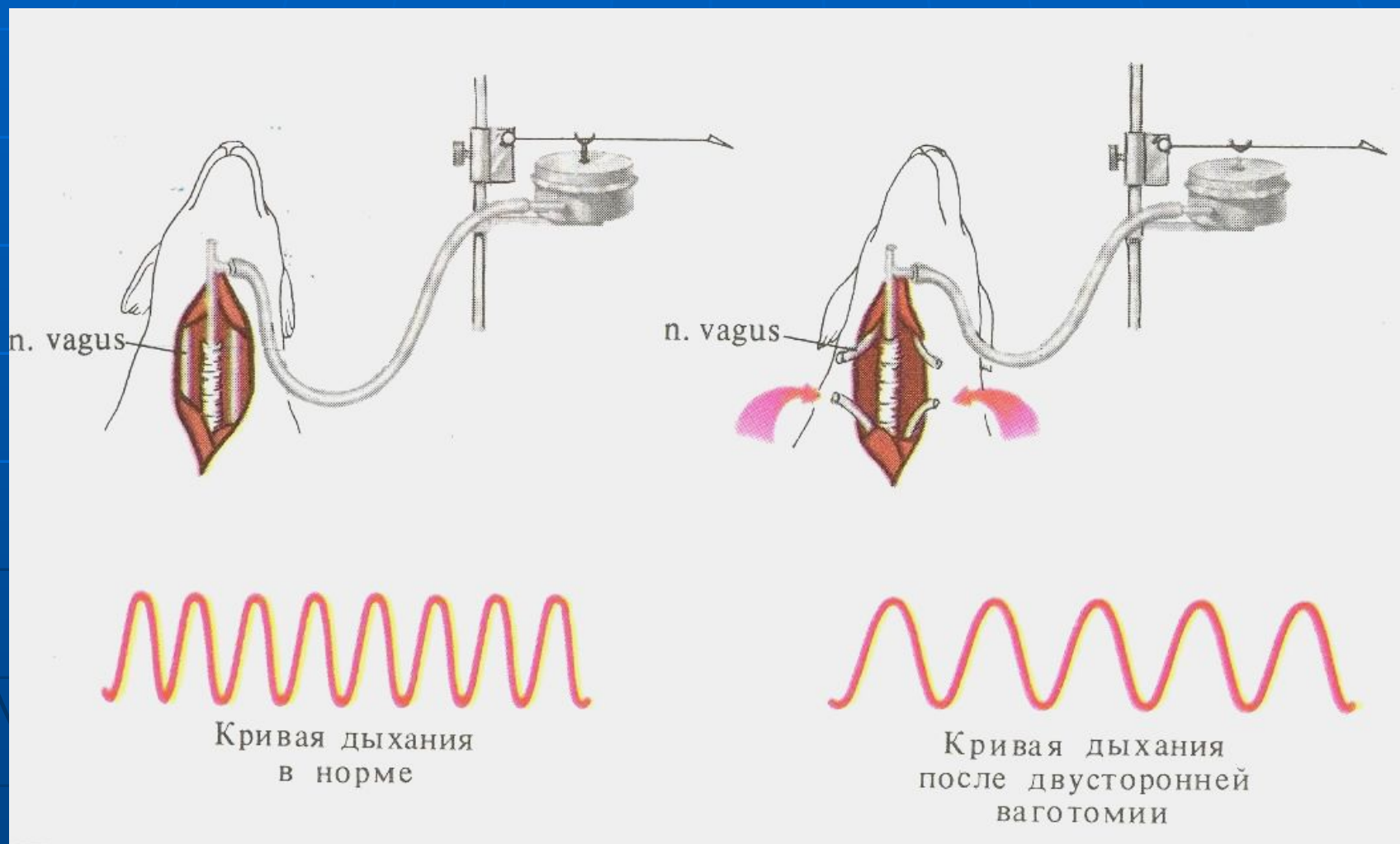
Увеличение объема легких вызывает три рефлекторных эффекта:

1. Инспираторно-тормозящий.
2. Экспираторно-облегчающий.
3. Парадоксальный эффект Хэда.

От рецепторов растяжения легких (РРЛ) по афферентным волокнам блуждающего нерва импульсы идут к дорсальным ядрам. Частота ПД в афферентных волокнах блуждающего нерва увеличивается при вдохе и уменьшается при выдохе

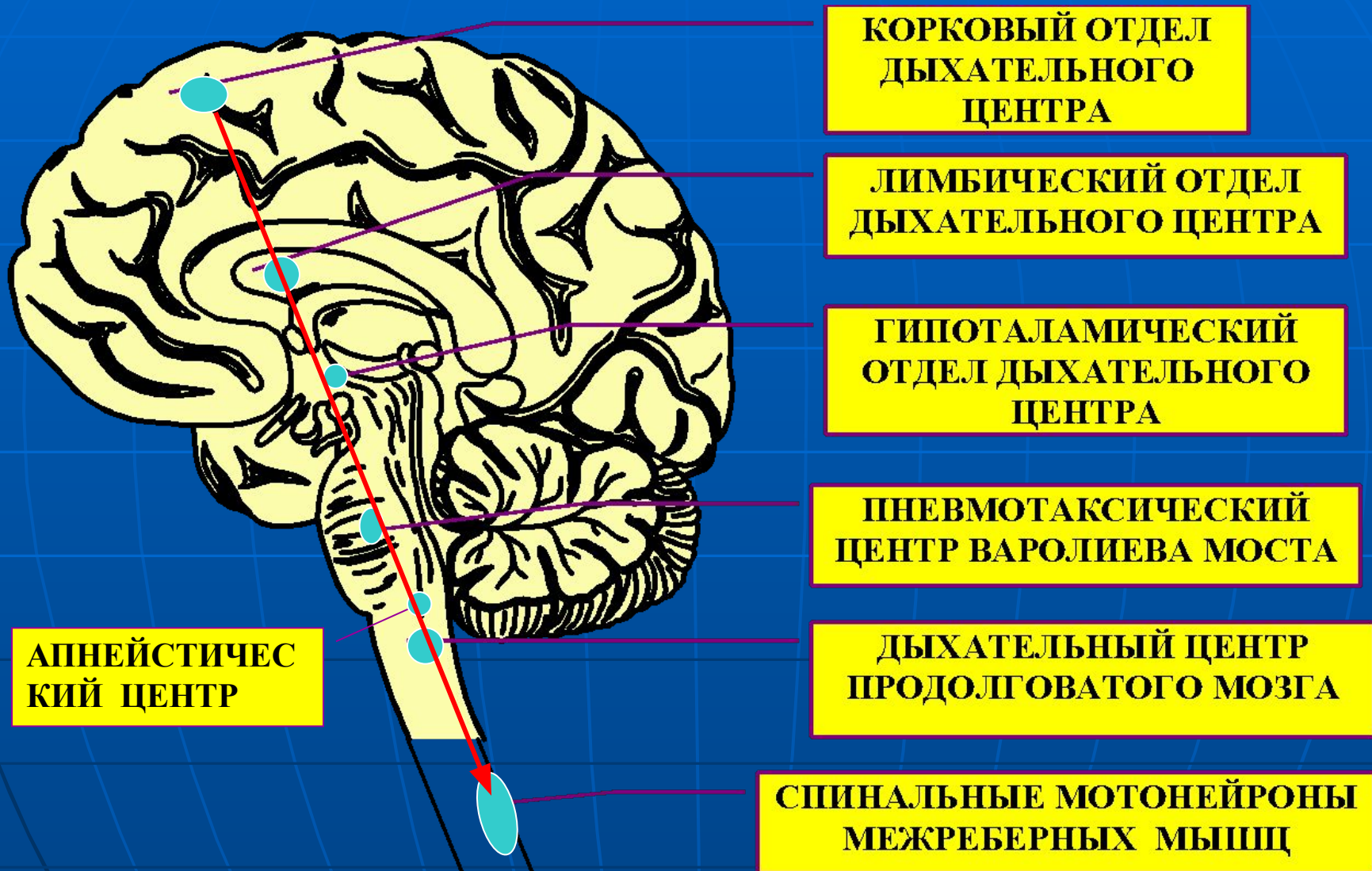


При двухсторонней перерезке блуждающего нерва дыхание урежается



Механизм ритмических чередования вдоха и выдоха связывают с попеременным возбуждением инспираторных и экспираторных нейронов по принципу отрицательной обратной связи.

УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ДЫХАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА



Регуляция дыхания обеспечивает:

1. Поддержание газового состава артериальной крови и внеклеточной жидкости мозга.
2. Приспособление дыхания к изменениям окружающей среды и жизнедеятельности организма.